

**PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO EN PLANTACIONES DE BOLAINA BLANCA  
(*Guazuma crinita* C. Mart.) EN EL DISTRITO YUYAPICHIS, HUÁNUCO**

**PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN PLANTATIONS OF WHITE BOLAINA  
(*Guazuma crinita* C. Mart.) IN THE YUYAPICHIS DISTRICT, HUÁNUCO**

Gabriel Nano<sup>1</sup>, Raúl Araujo<sup>2</sup>, Juan Rengifo<sup>3</sup>, Alex Rengifo<sup>4</sup>

Recepción: 16 de agosto de 2016

Aceptado: 30 de setiembre de 2016

### Resumen

Se indaga sobre la relación de los suelos con plantaciones establecidas de bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) con sus respectivas características dasométricas. Se consideró caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos, evaluar las características dasométricas y determinar la correlación entre las variables dasométricas con las propiedades físico-químicas de los suelos. El estudio se realizó en cinco plantaciones de bolaina ubicados en el distrito Yuyapichis, región Huánuco; se utilizó cinco submuestras circulares de 6.91 m de radio por cada hectárea, entre las variables evaluadas se consideró las propiedades físico-químicas del suelo y las características dasométricas de los árboles. El suelo en el sector Wembo presentó mayor proporción de arena (62.07%) y pH (6.65); mayor contenido de arcilla estaba en Nuevo Dantas (51.04%), en el sector Huacamayo presentó más limo (38.47%), MO (1.96%) y N (0.09%), en caso del sector Santa Rosa de Yanayacu se registró más P (11.98 ppm) y CIC (11.32); para Barrio Pozuzo hubo mayor nivel de K (171.23 ppm). La plantación del sector Santa Rosa de Yanayacu presentó mayor altura total con 6.52 m, altura comercial 3.58 m y Dap 7.53 cm, mayor índice de esbeltez en el sector Wembo (0.98) y la mortalidad fue similar en Nuevo Dantas y Barrio Pozuzo (11.43%); la altura total correlacionó con el P ( $R^2$ : 0.509) y CIC ( $R^2$ : 0.489); la altura comercial correlacionó con el pH ( $R^2$ : 0.492); el Dap correlacionó con el P ( $R^2$ : 0.437), mientras que la esbeltez correlacionó con la arena ( $R^2$ : 0.703), arcilla ( $R^2$ : -0.633), limo ( $R^2$ : -0.478) y el pH ( $R^2$ : 0.477).

**Palabras clave:** *Guazuma crinita*, suelo, plantación, dasométrica y submuestras.

### Abstract

It explores the relationship of soil with established plantations bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) with their respective dasometric characteristics. It was considered to characterize the physical and chemical properties of soils, dasometric evaluate and determine the correlation characteristics between forest variables with the physicochemical properties of the soils. The study was conducted in five plantations located in the Yuyapichis bolaina district, Huanuco region; five circular subsamples of 6.91 m radius per hectare was used, among the variables evaluated the physico-chemical properties of soil and dasometric characteristics of trees was considered. The soil in the Wembo sector showed higher proportion of sand (62.07%) and pH (6.65); higher clay content was in New Dantas (51.04%) in the Huacamayo sector showed more silt (38.47%), MO (1.96%) and N (0.09%), if the sector Santa Rosa de Yanayacu more P was recorded (11.98 ppm) and CIC (11.32); Barrio Pozuzo there was a higher level of K (171.23 ppm). The plantation sector Santa Rosa de Yanayacu presented larger total height 6.52 m, commercial height 3.58 m Dap 7.53 cm, the highest rate of slenderness in the Wembo industry (0.98) and mortality was similar in New Dantas and Barrio Pozuzo (11.43%); the total height correlated with P ( $R^2$ : 0.509) and CIC ( $R^2$ : 0.489); commercial height correlated with the pH ( $R^2$ : 0.492); the Dap correlated with P ( $R^2$ : .437), while the slenderness correlated with sand ( $R^2$ : 0.703), clay ( $R^2$ : -0.633), loam ( $R^2$ : -0.478) and pH ( $R^2$ : 0.477).

**Key words:** *Guazuma crinita*, soil, planting, dasometric and subsamples.

<sup>1</sup> Ing. Recursos Naturales Renovables mención Forestales. Correo electrónico: gabriel\_forestales@hotmail.com.

<sup>2</sup> Ing. Forestal. Esc. Prof. Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales Renovables-Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú

<sup>3</sup> Ing. Recursos Naturales Renovables mención Conservación de suelos y agua. Esc. Prof. de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua, Facultad Recursos Naturales Renovables-Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Correo electrónico: prt1@hotmail.com

<sup>4</sup> Economista. Esc. Prof. de Ciencias Económicas, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas-Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. Correo electrónico: alrero2002@gmail.com

## Introducción

Los sitios donde crece cualquier especie forestal pueden ser clasificados de manera cualitativa y cuantitativa. Siempre que sea posible es preferible una clasificación cuantitativa para evitar la subjetividad. En la producción de madera, la calidad de sitio se usa para definir el potencial para producir madera dada una especie o un tipo forestal. La calidad de sitio tiene sentido sólo para la o las especies y sus condiciones de manejo silviculturales específicas, lo que es bueno para una especie no necesariamente lo es para otra. Es esencial medir e interpretar el sitio con fidelidad ya que, en conjunto con la densidad del rodal, controla el tamaño, cantidad y valor de los productos (CORVALÁN y HERNÁNDEZ, 2006). En el distrito de Yuyapichis, provincia de Puerto Inca se vienen realizando plantaciones forestales a pequeña y gran escala, sin embargo, estas repoblaciones se vienen realizando con algunas limitaciones de requerimientos respecto a la calidad de sitio específico para las especies utilizadas, entre ellos tenemos a la bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), que es una de las especies con mayor preferencia, debido a su rápido crecimiento y propiedades favorables de la madera. En plantaciones anteriores de este distrito se encuentran crecimientos iniciales limitados (ICRAF, 1996) de esta especie a pesar de darle de manera oportuna las labores silviculturales; además, existe limitada información respecto a las propiedades físicas y químicas del suelo con relación al crecimiento inicial de esta especie.

Ante esta problemática en repoblaciones para bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), surge la inquietud si las propiedades físicas y químicas de los suelos tendrán relación sobre el crecimiento de la especie forestal bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).

## Materiales y métodos

### Generalidades del área en estudio.

La investigación se realizó en cinco plantaciones de bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.), terrenos ubicados en el distrito Yuyapichis, las edades oscilan entre 12 y 16 meses desde el establecimiento.

Cuadro 6. Plantaciones de bolaina (*Guazuma crinita* C. Mart.) en el distrito Yuyapichis.

Sectores	Apellidos	Nombres	DNI	Establecido
Nuevo Dantas	Villanueva Reyes	Pablo	23155602	12 - 2013
Barrio Pozuzo	Cabrera Ruiz	James J.	21079734	12 - 2013
Huacamayo	Ruffner Díaz	Pablo	23173016	11 - 2013
Santa Rosa de Yanayacu	Chilingano Ramos	Eulogio	03223005	03 - 2014
Wembo	Flores Pacaya	Arnulfo	23173048	11 - 2013

Fuente: Informe final de ejecución física financiera de la entidad ejecutora 2013 (DEVIDA).

Las parcelas de todos los sectores fueron establecidos a una densidad de 1111 plantas por hectárea y durante la preparación del terreno se realizó la quema de los restos vegetales talados. Las plantaciones se establecieron en purmas comprendidas entre seis a ocho años, de haberse realizado su uso como la agricultura migratoria, las especies encontradas generalmente fueron heliófitas de baja densidad básica. La fisiografía de los terrenos pertenece a la terraza media ondulada. Los tratamientos silviculturales aplicados a las plantaciones fueron la poda de formación y poda sanitaria en caso de presentarse plantas con algunas ramas infestadas por hongos o roturas en algunos casos. Como parte del control de malezas, se ha utilizado el machete para el corte de la vegetación competitiva. No se ha utilizado cobertura vegetal como parte del establecimiento, lo que si se encontró fueron el kudzu en agrupaciones limitadas dentro de las plantaciones y no en su totalidad. Políticamente las plantaciones pertenecen al distrito Yuyapichis, provincia Puerto Inca y región Huánuco.

Geográficamente el área de influencia del proyecto de investigación se encuentra en la vertiente oriental de la cordillera de los andes del Perú, comprendida entre la zona 18L y la coordenada 500250 m Este y 8983000 m Norte referidos al meridiano, a una altitud de 194 msnm, su conformación geográfica está determinada por la cuenca del río Pachitea. El distrito Yuyapichis no presenta estación meteorológica, se ha considerados datos climáticos referentes a la provincia de Puerto Inca que se encuentra a una hora en vehículo, el clima es tropical, con precipitaciones durante todo el año. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. La temperatura media anual en Puerto Inca es de 26.2 °C y precipitaciones de 2004 mm/año (SENAMHI, 2013).

- **Unidades experimentales.** Plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) con edades comprendidas entre 12 y 16 meses desde el establecimiento.
- **Fase de planificación.** Las variables endógenas (Y) consideradas fueron: diámetro del fuste a 1.30 m sobre el suelo (Dap), altura total de la planta (ht) y altura comercial (hc). Las variables exógenas (X) evaluadas fueron: propiedades físicas del suelo (textura y estructura) y propiedades químicas del suelo (pH, N, P, K, MO).
- **Determinación del número de la muestra.** Para la determinación del número de la muestra se adecuó lo citado por MURILLO y CAMACHO (1997) en su artículo denominado "Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas", en donde indica que las plantaciones con plantas entre 1000 a

1400 deben tener parcelas de muestreo las siguientes características: radio de la parcela 6.91 m, área de la parcela 150 m<sup>2</sup>, cantidad de parcelas 5 (para 1 a 3 hectáreas), intensidad de muestreo 5%, plantas por parcela 21 y plantas por hectárea 105.

- **Diseño de muestreo.** El sistema de muestreo fue de tipo sistemático evaluando solo los árboles registrados en las cinco subparcelas de muestreo, con un total de 105 plantas por hectáreas. Las subparcelas se distribuyeron a los extremos de la plantación y uno en el centro de la misma (MURILLO y CAMACHO, 1997). Las áreas de muestreo estuvieron ubicadas dentro de la plantación con un área de una hectárea y fueron en total cinco subparcelas. Para la ubicación de estas subparcelas se ha tenido en cuenta el efecto de borde que causan las carreteras, los caminos, el bosque y otras áreas de plantaciones con densidad diferente, también se consideró que esta área sea representativa de la población.
- **Fase de campo.** Se midió el diámetro a 1.30 m del suelo, para ello se ha tenido que ubicar dicha longitud mediante el uso de una vara de 1.30 m y el respectivo marcado empleando una brocha y pintura sintética color naranja, posteriormente empleando una cinta métrica se ha medido y registrado la circunferencia del árbol; la unidad utilizada fue en centímetros.

La altura total (ht) del árbol estuvo comprendida desde el suelo hasta la parte apical del árbol; la unidad utilizada fue en metros. La medición se ha realizado mediante el uso de una vara seca (caña brava), a la cual se le había señalado con pintura sintética color naranja las dimensiones de cada 0.5 m hasta una longitud total de 5 m; esta vara se colocó de manera paralela al fuste de los árboles y se dio lectura por otra persona la altura total estimada.

La altura comercial (hc) se evaluó desde el suelo hasta el inicio de la primera rama del árbol; la unidad utilizada fue en metros; esta variable se registró posteriormente a la lectura de la altura total, empleando la misma vara de 5 m.

- **Muestreo de suelos.** Se realizó el respetivo muestreo de suelos con la finalidad de analizar en el laboratorio de la Facultad de Agronomía las características físicas y químicas de los suelos, se hizo un muestreo en zig-zag donde se colectaron submuestras para que al final se realice una mezcla general y se obtenga una muestra de un kilogramo (kg).
- **Procesamiento de datos.** Debido a que las plantaciones presentaron diferentes edades desde el establecimiento, los datos de las variables registradas fueron ajustados a un año

desde el establecimiento, debido a que algunas parcelas fueron evaluadas en diferentes meses. Ante esto, se calculó el incremento corriente anual (ICA), asumido los datos solo para un año de edad (MELO y VARGAS, 2003).

- **Análisis de datos.** Después de obtener los datos, se usó la estadística descriptiva en programas Excel 2010 y SPSS v 19. Con la finalidad de determinar una relación entre variables, se realizó la correlación de Pearson a un nivel de confianza del 95%. El índice de esbeltez (Eb), determinado mediante la relación que se obtiene al utilizar las variables evaluadas altura de planta sobre el diámetro del fuste de la planta (SMURFIT KAPPA, 2008).

## Resultados

**Arena (%) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** En sector Wembo la arena existió en mayor proporción (62.07%) debido a que se encuentran cerca al río Pachitea, menor cantidad se encontró en Huacamayo; además, se registra que los valores presentan resultados variables de dispersión en la plantación de *G. crinita* C. Mart. con coeficientes de variaciones menores al 29.87%.

Cuadro 2. Estadísticos para la arena (%) en suelos con *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	23.68	1.41	21.92	25.44	21.68	25.68	5.97
Huacamayo	28.44	3.01	24.70	32.18	23.68	31.68	10.60
Yanayacu	22.46	3.89	17.63	27.30	15.68	25.68	17.33
Wembo	33.28	9.94	20.94	45.62	21.68	43.68	29.87
Media total	62.07	9.53	50.24	73.90	45.68	69.68	15.35
Media total	33.99	16.02	27.37	40.60	15.68	69.68	47.13

CV (%): Coeficiente de variación.

**Arcilla (%) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** El suelo más arcilloso fue la que estaba ubicada en el sector Nuevo Dantas con 51.04% de contenido, mientras que menor cantidad hubo en el caserío Wembo con solo 17.51%, de valores con regular homogeneidad de dispersión en cada repetición por parcela, siendo menor a 21.10% el coeficiente de variación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estadísticos para la arcilla en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	51.04	5.66	44.02	58.06	45.04	57.04	11.08
Huacamayo	40.04	5.10	33.71	46.37	37.04	49.04	12.73
Yanayacu	39.06	1.42	37.31	40.82	37.04	41.04	3.62
Wembo	35.84	7.56	26.45	45.23	27.04	43.04	21.10
Media total	17.51	2.18	14.80	20.21	15.04	21.04	12.44
Media total	36.70	11.98	31.75	41.64	15.04	57.04	32.65

CV (%): Coeficiente de variación.

**Limo (%) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** La cantidad de limo en los suelos con plantaciones de bolaina presentó mayor valor (38.47%) en el caserío Huacamayo, mientras que fue menor en el sector Wembo con solo un 20.42%. El coeficiente de variación de los resultados en el limo fue muy variable, debido que los valores fueron menores de 37.10% (Cuadro 4).

Cuadro 7. Estadísticos para el limo en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	25.28	4.90	19.20	31.36	19.28	31.28	19.38
Huacamayo	31.52	3.21	27.54	35.50	27.28	35.28	10.18
Yanayacu	38.47	2.69	35.13	41.81	37.24	43.28	6.99
Wembo	30.88	4.77	24.95	36.81	23.28	35.28	15.46
Media total	20.42	7.58	11.01	29.83	13.28	33.28	37.10
Media total	29.31	7.69	26.14	32.49	13.28	43.28	26.24

CV (%): Coeficiente de variación.

**pH en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** El pH en los suelos de las plantaciones fueron ácidos, siendo superior el rango en el sector Wembo con un valor medio de 6.65 (neutro), sin embargo, en algunas muestras de suelos del sector Nuevo Dantas se registró 7.08 de pH máximo (neutro), asimismo en Santa Rosa de Yanayacu con un valor de 7.39 (neutro); la muestra de suelos más ácido se encontró en Huacamayo y Yanayacu con valores similares a 5.29 (fuertemente ácido). El suelo más variable respecto al pH se encontraba en la parcela establecida en el sector Yanayacu con un coeficiente de variación del 14.72% (Cuadro 5).

Cuadro 8. Estadísticos de la variable pH (1:1) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	6.34	0.64	5.54	7.14	5.59	7.08	10.17
Huacamayo	5.99	0.61	5.23	6.75	5.39	6.96	10.21
Yanayacu	5.49	0.27	5.16	5.82	5.29	5.95	4.88
Wembo	6.32	0.93	5.17	7.48	5.29	7.39	14.72
Media total	6.65	0.29	6.29	7.01	6.27	6.95	4.39
Media total	6.16	0.68	5.88	6.44	5.29	7.39	11.06

CV (%): Coeficiente de variación.

**Materia orgánica en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** Los suelos con mayor contenido de materia orgánica se encontraron en los suelos de la plantación ubicada en el sector Huacamayo con un promedio de 1.96% (suelo pobre), de las cuales el menor contenido se registró en una muestra con 0.90% de materia orgánica (suelo pobre) y además hubo una muestra que registró mayor materia orgánica con 3.88% (medio). Menores contenidos de materia orgánica se

encontraron en suelos del sector Santa Rosa de Yanayacu. Los valores del coeficiente de variación son elevados (47.90%) debido a que se trabajó con valores porcentuales, además de mostrar la gran heterogeneidad de los suelos entre un lugar y otro (Cuadro 6).

Cuadro 9. Estadísticos de la variable materia orgánica (%) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	1.91	0.62	1.14	2.68	1.19	2.69	32.57
Huacamayo	1.28	0.68	0.43	2.13	0.30	2.03	53.41
Yanayacu	1.96	1.15	0.52	3.39	0.90	3.88	58.95
Wembo	1.19	0.54	0.52	1.87	0.66	2.09	45.46
Media total	1.42	0.44	0.87	1.97	0.66	1.79	31.22
Media total	1.55	0.74	1.25	1.86	0.30	3.88	47.90

CV (%): Coeficiente de variación.

**Nitrógeno (%) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** Mayores contenidos de nitrógeno en promedio se encontraron en los suelos de los sectores Nuevo Dantas y Huacamayo con valores similares a 0.09% (ligeramente bajo), a pesar que en los resultados particulares entra las 25 muestras de suelos, se registró mayor contenido de nitrógeno en una muestra de suelos de la plantación ubicada en el sector Huacamayo con 0.17% (ligeramente alto). Los valores elevados del coeficiente de variación reflejan el uso de valores porcentuales (niveles del nitrógeno) en el análisis y por otro lado indica la heterogeneidad de los suelos entre la obtención entre una muestra a otra a pesar que cinco muestras pertenecían a cada área plantada (Cuadro 7).

Cuadro 10. Estadísticos de la variable nitrógeno (%) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	0.09	0.03	0.05	0.12	0.05	0.12	33.50
Huacamayo	0.06	0.03	0.02	0.10	0.01	0.09	56.40
Yanayacu	0.09	0.05	0.02	0.15	0.04	0.17	58.49
Wembo	0.05	0.02	0.02	0.08	0.03	0.09	43.85
Media total	0.07	0.02	0.04	0.09	0.03	0.08	31.42
Media total	0.07	0.03	0.06	0.08	0.01	0.17	47.74

CV (%): Coeficiente de variación.

**Fósforo (ppm) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** Mayor contenido de fósforo en promedio (11.98 ppm) se encontró en los suelos de la plantación ubicada en el sector Santa Rosa de Yanayacu (suelo rico), mientras que los suelos con bajo contenido de este elemento se encontró en el sector Huacamayo con una media de 2.99 ppm que le ubica al suelo con la clasificación de pobre.

Además, se muestra resultados variables y muy variables concernientes a las escalas del coeficiente de variación, debido a que los suelos presentan dicha variación a pesar de encontrarse los puntos de muestreos en distancias inferiores a 50 m (Cuadro 8).

Cuadro 11. Estadísticos de la variable fósforo (ppm) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	3.86	1.41	2.11	5.62	2.74	6.24	36.60
Barrio Pozuzo	4.73	1.23	3.20	6.26	3.27	6.35	26.03
Huacamayo	2.99	1.64	0.95	5.03	1.67	5.50	54.85
Yanayacu	11.98	8.59	1.31	22.64	1.89	21.43	71.71
Wembo	11.64	5.68	4.58	18.69	3.48	18.03	48.82
Media total	7.04	5.90	4.60	9.48	1.67	21.43	83.80

**Potasio (ppm) en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** Mayor nivel promedio del potasio (171.23 ppm) se encontró en la plantación ubicada en el sector Barrio Pozuzo (suelo rico), mientras que el menor valor estuvo en la plantación de Wembo con una media de 60.87 ppm (suelo pobre). De las 25 muestras de suelos, una perteneciente al sector Wembo alcanzó solo 44.48 ppm de potasio (suelo muy pobre), mientras que en el sector Huacamayo se encontró 216.41 ppm de dicho componente (suelo rico), resultando ser el mayor de todas las muestras. El coeficiente de variación del potasio en las muestras de suelos repercutió en resultados muy variables debido a que los valores encontrados fueron menores a 35.46% (Cuadro 9).

Cuadro 12. Estadístico para el potasio en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	116.75	41.40	65.34	168.16	77.97	177.42	35.46
Barrio Pozuzo	171.23	15.43	152.07	190.38	147.94	184.42	9.01
Huacamayo	154.63	43.94	100.08	209.19	113.95	216.41	28.41
Yanayacu	143.94	36.12	99.08	188.79	99.96	186.42	25.10
Wembo	60.87	18.84	37.48	84.26	44.48	91.46	30.95
Media total	129.48	49.76	108.94	150.03	44.48	216.41	38.43

**CIC en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.** La capacidad de intercambio catiónico (CIC) en promedio fue superior en la plantación de *G. crinita* C. Mart. ubicado en el sector Santa Rosa de Yanayacu con un valor de 11.32, mientras que el menor valor se registró en el sector Huacamayo con un valor de 6.84; en caso de las 25 muestras de suelos, se ha encontrado en algunas muestras resultados sin valores, mientras que el mayor valor se registró en una muestra extraída de la plantación ubicada en el sector Wembo que alcanzó un valor de 14.81. Los valores del CIC ha presentado los

resultados variables obtenidos debido a que el coeficiente de variación fue menor a 29.22% (Cuadro 10).

Cuadro 13. Estadísticos para el CIC en suelos con plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	10.78	1.57	8.83	12.74	8.29	12.57	14.59
Barrio Pozuzo	7.67	2.24	2.10	13.24	5.58	10.04	29.22
Huacamayo	6.84				6.84	6.84	0.00
Yanayacu	11.32	0.28	10.86	11.77	11.03	11.71	2.52
Wembo	10.47	2.56	7.30	13.65	8.06	14.81	24.43
Media total	10.08	2.22	8.98	11.18	5.58	14.81	22.01

### Características dasométricas y esbeltez en plantas de *G. crinita* C. Mart.

**Altura total en plantas de *G. crinita* C. Mart.** La plantación del sector Santa Rosa de Yanayacu presentó la mayor altura promedio con 6.52 m, mientras que el menor promedio lo registró la plantación ubicada en el sector Barrio Pozuzo con 4.38 m de altura total. Particularmente, en la parcela del sector Santa Rosa de Yanayacu, hubo plantas que alcanzaron hasta 7.33 m, que ha influenciado mucho sobre el valor promedio que registró. Los datos indican la muy buena homogeneidad de resultados debido a que el coeficiente de variación alcanzó menor o igual valor a 12.34% registrado en la plantación de Barrio Pozuzo.

Cuadro 14. Estadísticos para la altura total (m) de las plantas de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas Barrio Pozuzo	5.37	0.62	4.60	6.14	4.62	6.11	11.58
Barrio Pozuzo	4.38	0.54	3.71	5.05	3.70	4.90	12.34
Huacamayo	4.46	0.41	3.95	4.97	3.80	4.80	9.19
Yanayacu	6.52	0.64	5.73	7.31	5.94	7.33	9.82
Wembo	5.29	0.51	4.66	5.92	4.65	5.91	9.60
Media total	5.20	0.94	4.82	5.59	3.70	7.33	18.00

**Altura comercial en plantas de *G. crinita* C. Mart.** La mayor altura comercial promedio lo registró la plantación ubicada en el sector Santa Rosa de Yanayacu con 3.58 m, mientras que el menor valor promedio se registró en el sector Huacamayo con 2.44 m. En algunas plantas de diversos sectores no se ha registrado este valor debido a que las plantas eran de pequeño en altura total, la cual también influenciaron en los valores promedios, estos valores de altura comercial no se han considerado por que la ramificación que presentaban estas plantas fueron muy cercanas al suelo. Los resultados presentaron buena homogeneidad debido a que el coeficiente de variación fue menor a 18.39% (Cuadro 12).

Cuadro 15. Estadísticos de la variable altura comercial (m) de las plantas de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas	3.14	0.58	2.42	3.86	2.30	3.78	18.39
Barrio Pozuzo	2.70	0.50	2.08	3.32	2.20	3.20	18.52
Huacamayo	2.44	0.38	1.96	2.92	1.80	2.80	15.77
Yanayacu	3.58	0.34	3.16	4.01	3.06	3.96	9.47
Wembo	3.04	0.33	2.63	3.46	2.64	3.48	11.00
Media total	2.98	0.56	2.75	3.21	1.80	3.96	18.95

**Diámetro a la altura del pecho en plantas de *G. crinita* C. Mart.** La plantación del sector Santa Rosa de Yanayacu registró el mayor valor promedio en diámetro a la altura del pecho (Dap) con 7.53 cm, mientras que la plantación ubicada en Barrio Pozuzo solo registró 5.08 cm de Dap; el mayor diámetro se registró en una subparcela del sector Santa Rosa de Yanayacu con un valor de 9.34 cm. En la parcela ubicada en Santa Rosa de Yanayacu, los datos presentaron regular homogeneidad debido a que el porcentaje del coeficiente de variación es igual a 22.44%, mientras que en las demás parcelas los datos del diámetro a la altura del pecho fueron más homogéneos (Cuadro 13).

Cuadro 16. Estadísticos de la variable diámetro a la altura del pecho (cm) de las plantas de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas	6.30	0.72	5.40	7.20	5.46	7.03	11.49
Barrio Pozuzo	5.08	0.76	4.14	6.02	3.90	5.80	14.95
Huacamayo	5.46	0.50	4.84	6.08	4.60	5.90	9.21
Yanayacu	7.53	1.69	5.43	9.63	5.60	9.34	22.44
Wembo	5.48	1.10	4.11	6.85	4.11	6.81	20.15
Media total	5.97	1.31	5.43	6.51	3.90	9.34	21.87

**Esbeltez en plantas de *G. crinita* C. Mart.** Los valores medios referidos al índice de esbeltez indican que la plantación ubicada en el sector Wembo registró mayor valor (0.98) debido a que las plantas presentaban mayor altura total en relación al diámetro, mientras que valores inferiores se observó en las plantas de bolaina blanca ubicada en el sector Huacamayo con 0.82, la cual indica que las plantas presentan buena relación del diámetro a la altura del pecho del fuste con la altura. La parcela de Nuevo Dantas presentó datos más homogéneos en comparación a las demás plantaciones, debido a que los resultados presentaron muy buena homogeneidad de los resultados a causa de que el coeficiente de variación registrada es menor al 14.91% (Cuadro 14).

Cuadro 17. Estadísticos del índice de esbeltez en las plantas de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas	0.86	0.02	0.83	0.88	0.82	0.87	2.56
Barrio Pozuzo	0.86	0.06	0.79	0.93	0.80	0.95	6.48
Huacamayo	0.82	0.05	0.76	0.88	0.74	0.86	5.73
Yanayacu	0.89	0.13	0.72	1.05	0.78	1.06	14.91
Wembo	0.98	0.11	0.85	1.12	0.87	1.13	11.19
Media total	0.88	0.10	0.84	0.92	0.74	1.13	10.77

#### Mortalidad en plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Los valores medios referidos a la mortalidad indican que las plantaciones ubicados en los sectores Nuevo Dantas y Barrio Pozuzo registraron mayor valor (11.43% para ambos casos), mientras que valores inferiores se observó en la plantación del sector Santa Rosa de Yanayacu con 1.90% de mortalidad. La parcela de Santa Rosa de Yanayacu presentó resultados muy variables (136.93%) debido a que en algunas subparcelas evaluadas no presentaban plantas muertas, mientras que en la plantación del sector Barrio Pozuzo el coeficiente de variación registró 47.53% debido a que en todas las subparcelas hubo plantas muertas (Cuadro 15).

Cuadro 18. Estadísticos de la mortalidad en las plantaciones de *G. crinita* C. Mart.

Lugar	Media	D. típica	Lím. Inf.	Lím. Sup.	Mín.	Máx.	CV (%)
Nuevo Dantas	11.43	7.22	2.46	20.40	0.00	19.05	63.20
Barrio Pozuzo	11.43	5.43	4.68	18.17	4.76	19.05	47.53
Huacamayo	5.71	3.98	0.77	10.66	0.00	9.52	69.72
Yanayacu	1.90	2.61	-1.33	5.14	0.00	4.76	136.93
Wembo	6.66	4.26	1.38	11.95	0.00	9.52	63.89
Media total	7.43	5.85	5.01	9.84	0.00	19.05	78.70

**Correlación entre las variables dasométricas de los árboles y las propiedades físicas y químicas de los suelos donde se establecieron bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.).** La altura total en las plantas de bolaina blanca presentaron correlación estadística significativa con el fósforo ( $R^2$ : 0.509), CIC ( $R^2$ : 0.489) y la humedad ambiental ( $R^2$ : -0.520). La altura comercial de dichas plantas registró correlación significativa con el pH ( $R^2$ : 0.492) y humedad ambiental ( $R^2$ : -0.407); el diámetro a la altura del pecho se correlacionó con el fósforo ( $R^2$ : 0.437) y la humedad ambiental ( $R^2$ : -0.460); la esbeltez de las plantas se relacionó con la arena ( $R^2$ : 0.703), arcilla ( $R^2$ : -0.633), limo ( $R^2$ : -0.478) y pH ( $R^2$ : 0.477), mientras que el porcentaje de mortalidad encontradas en las plantaciones tuvo correlación con la humedad ambiental con un coeficiente de determinación igual a 0.412 (Cuadro 16).

Cuadro 19. Correlación entre las variables dasométricas de *Guazuma crinita* y las propiedades físicas y químicas de los suelos.

Propiedades		H. total (m)	H. com. (m)	Dap (cm)	Esbeltez	Mort. (%)
Arena (%)	R <sup>2</sup>	0.139	0.191	-0.189	<b>0.703</b>	-0.150
	Sig.	0.507	0.361	0.366	<b>0.000</b>	0.473
Arcilla (%)	R <sup>2</sup>	-0.034	-0.062	0.250	<b>-0.633</b>	0.170
	Sig.	0.872	0.770	0.228	<b>0.001</b>	0.415
Limo (%)	R <sup>2</sup>	-0.237	-0.301	0.003	<b>-0.478</b>	0.048
	Sig.	0.254	0.143	0.987	<b>0.016</b>	0.821
pH	R <sup>2</sup>	0.291	<b>0.492</b>	-0.005	<b>0.477</b>	-0.203
	Sig.	0.158	<b>0.012</b>	0.982	<b>0.016</b>	0.330
Fósforo (ppm)	R <sup>2</sup>	<b>0.509</b>	0.330	<b>0.437</b>	0.103	-0.351
	Sig.	<b>0.009</b>	0.108	<b>0.029</b>	0.625	0.086
CIC	R <sup>2</sup>	<b>0.489</b>	0.305	0.307	0.208	-0.172
	Sig.	<b>0.039</b>	0.218	0.216	0.408	0.495
Humedad (%)	R <sup>2</sup>	<b>-0.520</b>	<b>-0.407</b>	<b>-0.460</b>	0.043	<b>0.412</b>
	Sig.	<b>0.008</b>	<b>0.043</b>	<b>0.021</b>	0.840	<b>0.041</b>

Números en negritas indican correlación significativa.  
R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación para la correlación.

### Discusión

Se ha determinado los componentes que presentan los suelos de las plantaciones, a pesar de que hay mucha variabilidad dentro de la misma plantación (coeficientes de variación superiores al 20%), aun así, es importante medir la calidad del suelo mediante la evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con ello se va indicar la capacidad del suelo para funcionar en usos y climas determinados (USDA, 1999). No se ha realizado la determinación de la calidad biológica en la investigación, la cual pudo haber fortalecido los resultados, ya que para Doran y Parkin (1994), Karlen *et al.* (1997), citados por CERDA (2008) indican que permite detectar cambios en el suelo, provee los aspectos básicos para evaluar la sostenibilidad del manejo del sistema y tiene relación directa con la producción sostenible; por tales razones, la calidad del suelo es el indicador primario del manejo sostenible de suelos y se considera un componente crítico de la agricultura sostenible.

Con el estudio de la calidad de suelos que presentan las plantaciones se ha tenido un alcance de los indicadores físicos y químicos que CERDA (2008) considera relativamente estables, ya que los cambios en un sistema tardan en modificar apreciablemente ese tipo de propiedades y por tal razón no justifica medirlos en intervalos cortos; en cambio, los indicadores biológicos son más sensibles y por eso se consideran los primeros y mejores para detectar cambios rápidos en un suelo. Otro aspecto que pudo haber influenciado de manera directa sobre las propiedades químicas de

los suelos pudo ser el manejo que se les asignó a los suelos (tala y quema), las cuales fueron de diferentes propietarios y ellos de acuerdo a su alcance manejaron las plantaciones, la cual esto habría influenciado en algunas propiedades, como indican Fauci y Dick (1994), citados por CERDA (2008) al señalar que es importante evaluar el estado actual de todos esos indicadores y compararlos con valores conocidos o deseados. Además, es necesario caracterizar los sistemas para analizar las influencias que el manejo y componentes de los mismos pueden tener en el suelo; las prácticas culturales pueden afectar significativamente la calidad de suelos al cambiar los parámetros físicos, químicos y biológicos. La importancia de determinar la calidad del suelo radica en fortalecer los conocimientos sobre el comportamiento de la especie forestal establecida en diversas áreas, VARGAS-MACHUCA (2010) indican que la búsqueda de indicadores de la calidad del suelo es una prioridad en el ámbito de las ciencias edáficas, no solo desde un punto de vista agronómico sino también por el acusado deterioro del suelo ocurrido en las últimas décadas. Sin embargo, el uso y aplicación de los indicadores de calidad es una tarea compleja debido a la diversidad natural del suelo y a la multitud de procesos físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos que tienen lugar en él, así como a la elevada heterogeneidad espacial y temporal de este recurso natural.

Las partículas del suelo individualizadas se distribuyen en diversas fracciones atendiendo a su tamaño (GUERRERO, 2000). Cuanto más pequeñas sean las partículas, más la textura será

del tipo arcilloso (el sector Nuevo Dantas con 51.04%) y cuanto más grandes, más se aproximará al tipo arenoso como lo registrado en los suelos del sector Wembo con 62.07% de arena. La reacción del suelo viene expresada por el pH, que corresponde a su fase acuosa o disolución salina. Pero tanto, ésta como los coloides ionizables en él presentes, son los que regulan sus distintos valores. En función de ellos son posibles tres condiciones; acidez, neutralidad y alcalinidad. La escala del pH va desde valores de 0 a 14 (ZVALETA, 1992), mientras que en los suelos analizados el pH neutro se registró en el sector Wembo con un valor de 6.65. Es de suma importancia indicar el manejo a la cual fueron sometidos las plantaciones, debido a que los nutrientes contenidos en la materia orgánica (N, P, K, etc.) se hallan en forma orgánica, por lo que no son directamente asimilables por las plantas (ALVARADO, 2007). Se requiere la acción microbiana para que las formas orgánicas de los nutrientes pasen a formas minerales, que son incorporables a la biomasa de las plantas.

Valores registradas de la plantación del sector Santa Rosa de Yanayacu en la variable altura total con 6.52 m, altura comercial 3.58 m y Dap 7.53 cm fue debido a la calidad de los suelos, las cuales superaron a los datos registrados por GONZÁLES (2003) en zonas inundables del río Aguaytía con valores de 4.2 cm/año para el diámetro a la altura del pecho (Dap) y 3.6 m/año para la altura total, este comportamiento pudo diferenciarse debido a que otras especies cultivadas anteriormente en el terreno disminuyeron el requerimiento nutricional de los suelos, ya que el autor indica que las plantaciones estuvieron en terrenos aluviales y con anterior uso agrícola. Por otro lado, en Pucallpa, SÁNCHEZ (1995) experimentó el uso de fertilización química y orgánica al establecer bolaina blanca en pasturas degradadas, concluyendo que esta especie presenta respuesta altamente significativa a la fertilización con N, P y K, llegando a alcanzar una altura total de 1.28 m y un diámetro de 2.8 cm al año de crecimiento, siendo aun así resultados muy lejanos a lo encontrado en las plantaciones del distrito Yuyapichis, debido a que no se establecieron en suelos con pasturas.

Otro factor que pudo influenciar el en crecimiento de la bolaina es el manejo asignado a las plantaciones, debido a que el control de la maleza en estas parcelas se efectuaba de manera permanente. INFOR-JICA (1985) corrobora que esta especie en sistema de fajas de enriquecimiento de 5 m, alcanza un crecimiento anual promedio de 1.64 cm en Dap, en el sistema de 10 m un crecimiento anual de 1.79 cm y finalmente en el sistema de 30 m un crecimiento del orden de los 2.07 cm al año, quedando demostrado su alto requerimiento de luz para su desarrollo.

Incrementos promedios anuales inferiores se registraron autores como RUIZ y ENRIQUE (1995) en fajas alcanzaron 2.50 m, 3.0 m en altura, ORÉ (2013) con 1.66 m para la altura total en 4.5 meses de edad desde el establecimiento, mientras que FERNANDEZ (2013) la variable altura total presentó variaciones desde 4.08 m hasta 4.82 m a 12 meses de establecido. Dichas variaciones son influenciadas por diferentes factores como el clima, labor silvicultural, suelo y factores genéticos de la semilla. En caso del índice de esbeltez, el sector Wembo registró 0.98, que es un valor superior a lo mencionado por GONZÁLES (2003) con un índice de 0.86, SÁNCHEZ (1995) en suelos de pasturas con 0.46. Los altos valores del coeficiente de variaciones registradas en algunas variables dasométricas (específicamente mortalidad), fueron debido a que los valores utilizados analizados estuvieron expresados en porcentajes y presentaron valores de cero (subparcelas sin mortalidad).

La bolaina blanca tiene preferencias por algunos elementos nutricionales del suelo, la cual fue corroborado al correlacionar la altura total con el P ( $R^2$ : 0.509), CIC ( $R^2$ : 0.489); la altura comercial correlacionó con el pH ( $R^2$ : 0.492); el Dap correlacionó con el P ( $R^2$ : 0.437) y el índice de esbeltez correlacionó con la arena ( $R^2$ : 0.703), arcilla ( $R^2$ : -0.633), limo ( $R^2$ : -0.478) y pH ( $R^2$ : 0.477). Esto es un poco contrario a lo mencionado por FLORES (2014), que indica a esta especie con características como una excelente adaptabilidad a una amplia gama de sitios, incluyendo zonas con suelos arcillosos de mal drenaje pesados muy generalizados en los trópicos. Autores como ARA (1999), determinaron el análisis de la asociación entre el vigor de establecimiento de bolaina y las características de fertilidad del suelo, mediante el uso de dos métodos de selección de variables independientes, sugiriendo que Ca, y posiblemente Al y P, son los componentes de fertilidad que mejor explican la variabilidad en la altura de bolaina a un año del trasplante. Sin embargo, los bajos coeficientes de determinación de estos componentes, individuales o combinados, indican que otros factores ambientales y genéticos están en juego. Al respecto, en la investigación, el elemento P correlacionó con la altura ( $R^2$ : 0.509) y el diámetro a la altura del pecho ( $R^2$ : 0.437) que ambos fueron estadísticamente significativos.

Según ICRAF (1996), de experiencias en Pucallpa, sugieren que el crecimiento inicial de bolaina es afectado por la fertilidad del suelo, esto se pudo corroborar en base a las correlaciones significativas generadas entre las propiedades del suelo y las variables dasométricas de las plantas de bolaina. En general, los factores del sitio pueden tener una variación espacial con un patrón característico que hace que existan interdependencias entre ellos.



Cuando existen discontinuidades espaciales en alguno o varios de los factores del sitio, la dinámica natural se encarga de “suavizar” esos espacios creando zonas de transición entre un sitio y otro (Reyes, 1998; citado por CORVALÁN y HERNÁNDEZ, 2006), motivo por el cual se encontró alto coeficiente de variación en las muestras de los suelos a pesar de pertenecer a la misma parcela. Si se observan las variaciones espaciales del crecimiento en plantaciones monoespecíficas y coetáneas se observará que existen zonas de mayor productividad que el promedio, así como zonas de menor crecimiento. Así, por ejemplo, las muestras tomadas cercanas a lomajes convexos ubicados en las cumbres tendrán menor productividad que los fondos de quebradas del mismo rodal. Allí es muy probable que el factor crítico sea la disponibilidad hídrica en los períodos de crecimiento (CORVALÁN y HERNÁNDEZ, 2006). La calidad de un sitio puede ser medida, a través de los factores que definen el crecimiento de un rodal o a través de su respuesta. De cualquier modo, son interactuantes: la respuesta modifica el ambiente y vice-versa (CORVALÁN y HERNÁNDEZ, 2006).

### Conclusiones

El suelo de la plantación ubicada en el sector Wembo presentaba mayor proporción de arena (62.07%) y pH neutro; el suelo con mayor arcilla se encontró en Nuevo Dantas (51.04%), en el sector Huacamayo contenía mayor limo (38.47%), bajo o pobre en MO y N ligeramente bajo, en caso del sector Santa Rosa de Yanayacu registró suelo rico en P y 11.32 de CIC; para Barrio Pozuzo el suelo fue rico en potasio.

La plantación del sector Santa Rosa de Yanayacu alcanzó mayor altura total, altura comercial y Dap, menor altura total y Dap se registró en la plantación de Barrio Pozuzo; en Huacamayo la altura comercial fue menor, en caso del índice de esbeltez, el sector Wembo registró 0.98 y la mortalidad fue similar en Nuevo Dantas y Barrio Pozuzo (11.43%).

Se registró relación significativa entre la altura total con el P, CIC y la humedad ambiental (negativa); la altura comercial relacionó con el pH y humedad ambiental (negativa); el Dap relacionó con el P y la humedad ambiental (negativa); la esbeltez relacionó con la arena, arcilla, limo (negativa) y pH, mientras que la mortalidad con la humedad ambiental.

### Referencias bibliográficas

- Alvarado CL. Manual de análisis de suelos, plantas, aguas, fertilizantes y alimentos. Tarapoto: Instituto de cultivos tropicales; 2007.
- Angulo R. Bolaina blanca “Guazuma crinita”. [Internet]. ICRAF; 2010. [Acceso 26 de noviembre de 2014]. Disponible en: [http://www.inia.gob.pe/webinia/tecnologia/PUC\\_ALLPA/tecno\\_2006/BOLAINA\\_BLANCA/BOLAINA\\_BLANCA\\_page3.htm](http://www.inia.gob.pe/webinia/tecnologia/PUC_ALLPA/tecno_2006/BOLAINA_BLANCA/BOLAINA_BLANCA_page3.htm).
- Arshad MA, Martin S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture Ecosystems Environment*. 2002; 88:153-160.
- Cerda RH. Calidad de suelos en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*) en el valle de Talamanca, Costa Rica. [Tesis Magister Scientiae en Agricultura Ecológica]. [Turrialba]: Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; 2008. 66 p.
- Corvalán P, Hernández J. El sitio. Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Chile; 2006. 9 p.
- Doran JW, Jones AJ, Arshad MA, Gilley JE. Determinants of soil quality and health. In: Rattan Lat (Eds.). *Soil quality and soil erosion*. CRC. Press, Florida. 1999. p. 39-57.
- Fernandez LE. Comportamiento silvicultural de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) en diferentes densidades en campo definitivo. [Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables]. [Tingo María]: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2013. 86 p.
- Hernández R, Fernández C, Baptista MP. Metodología de la investigación. 5 ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.; 2010. 656 p.
- Flores Y. 2014. Plantaciones forestales de bolaina blanca (*Guazuma crinita*). [Internet]: Pucallpa: INIA; 2014. [Acceso 01 abril de 2015]: Disponible en: <http://vonhumboldt.inia.blogspot.com/2014/11/plantaciones-forestales-de-bolaina.html>
- González E. Evaluación técnico económica de plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en zonas inundables del río Aguaytía. [Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal]. [Lima]: Universidad Nacional Agraria La Molina. 2003.
- Guerrero A. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. 2° Reimpresión España: Edit. Aedos, S.A.; 2000. 102 p.
- ICRAF (Centro Mundial de Agroforestería). Investigación agroforestal para desarrollar sistemas ecológicamente sostenibles en la amazonía occidental. Informe final. Yurimaguas: International Center for Research in Agroforestry; 1996. 108 p.
- INFOR-JICA. Proyecto de estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la zona amazónica

- de la República del Perú. CENFOR XII. Perú: Pucallpa; 1985. 38 p.
14. Melo A, Vargas R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué; 2003. 185 p.
  15. Mostacero J, Coico F, Gamarra O. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Perú: Trujillo; 2002. 1270 p.
  16. Murillo O, Camacho P. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Agronomía Costarricense. 1997; 21(2):189-206.
  17. Oliveira JA. Calidad de la planta forestal. España; 2008. 56 p.
  18. Oré KR. Comportamiento de plantas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.) a diferentes edades en terreno definitivo, Tingo María. [Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables]. [Tingo María]: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 2013. 63 p.
  19. Reynel C, Pennington R, Pennington T, Flores C, Daza A. Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos. Lima; 2003. 50 p.
  20. Ruiz A, Enrique W. Resúmenes de tesis. Experiencias silviculturales para el establecimiento de regeneración artificial en el Bosque del Campo Experimental Alexander Von Humboldt. INIA - Estación Experimental Pucallpa. Pucallpa: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 1995. 205 p.
  21. Sánchez G. Fertilización química y orgánica al establecimiento de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en pasturas degradadas. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali; 1995.
  22. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI. Boletín regional. Huánuco; 2013. 13 p.
  23. SMURFIT KAPPA. La Calidad de la Planta Forestal. Un concepto en Cartón de Colombia. III Seminario de Reforestación. Colombia: Bogotá; 2008. 43 p.
  24. Ugarte LJ, Domínguez G. Índice de sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Ecología Aplicada. 2010; 9(2): 11.
  25. USDA. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Instituto de Calidad de Suelos. Estados Unidos; 1999. 88p.
  26. Vargas-Machuca RN. Indicadores biológicos para la evaluación de la calidad de los suelos. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Granada: Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEZ-CSIC) 2010. 14 p.
  27. Zavaleta G. Edafología. El suelo en relación con la producción. Lima: Consejo Nacional de Concentración y Tecnología; 1992..